

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISIS *BUCKLING* TERHADAP TABUNG PLAT TIPIS MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:  
**Yusuf Bakhtiar**  
**N I M : D 200 10 0001**

Pembimbing:  
**Ir. Bibit Sugito MT**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**2015**

### PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul

**" Analisis Buckling Terhadap Tabung Plat tipis Menggunakan Metode Elemen Hingga"**

Yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk memperoleh gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 25 Nov 2015

Yang menyatakan,



Yusuf Bakhtiar

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul "Analisis Buckling Terhadap Tabung Plat tipis Menggunakan Metode Elemen Hingga" telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : Yusuf Bakhtiar

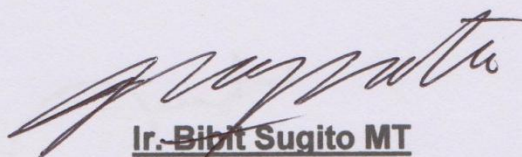
NIM : D200 10 0001

Disetujui pada

Hari : Rabu

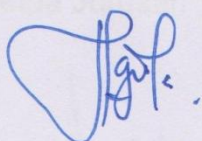
Tanggal : 25 November 2015

Pembimbing Utama



Ir. Bibit Sugito MT

Pembimbing Pendamping



Dr. Agus Dwi Anggono

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas akhir berjudul "Analisis Buckling Terhadap Tabung Plat Tipis Menggunakan Metode Elemen Hingga" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Yusuf Bakhtiar  
NIM : D200 10 0001

Disetujui pada

Hari : Rabu  
Tanggal : 25 November 2015

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Bibit Sugito, MT

Anggota 1 : Dr. Agus Dwi Anggono

Anggota 2 : Dr. Joko Sediono



(  )

(  )



Ir. Sri Sunarjono, MT, PhD

Ketua Jurusan



Dr. Tri Widodo Besar Riyadi



## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor 159/A.3-II/TM/TA/V/2015. Tanggal 18 Mei 2015

dengan ini :

Nama : Bibit Sugito, Ir, MT

Pangkat/Jabatan : Lektor Kepala

Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua \*)

memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Yusuf Bakhtiar

Nomor Induk : D 200 100 001

NIRM : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul/Topik : ANALISIS BUCKLING TERHADAP TABUNG PLAT TIPIS MENGGUNAKAN

Rincian Soal/Tugas : METODE ELEMEN HINGGA.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 18 Mei 2015

Pembimbing

Bibit Sugito, Ir, MT

Keterangan :

\*) Coret salah satu

Agus Dwi Anggono, Ph.D

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

4. Warna putih untuk mahasiswa

## MOTTO

*“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang - orang yang berilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan”*

*(Al-Mujadillah:11)*

*“Sesungguhnya dibalik kesusahan ada kemudahan”*

*(Al-Insyirah:6)*

*“Buku adalah teman disaat suka dan duka”*

*(Hartono, Spd)*

*“Mom, without you i’m nothing. I won everything with you”*

*(Christiano Ronaldo, Pemain sepakbola terbaik dunia)*

*“Percayalah, doa dari seorang IBU akan merubah segalanya.*

*Jika kamu sudah mendapat doanya, maka kamu telah memenangkan apapun yang ada di dunia maupun akhirat ”*

*(Yusuf Bakhtiar ST)*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dalam kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini sampai selesai, antara lain :

1. Allah SWT atas nikmat iman dan islam yang diberikan kepada saya.
2. Rasulullah SAW yang telah mengubah manusia dari masa kebodohan hingga masa keilmuan.
3. Orang tua saya yang senantiasa menyayangi, menginspirasi, mendidik, mendo'akan, berkorban, dan memberikan yang terbaik untuk anak-anaknya.
4. Adik saya tercinta Friska Dwi Aprilia.
5. Seluruh keluarga saya, atas dukungan yang telah diberikan.
6. Teman – teman yang senantiasa memberikan dorongan, bantuan serta motivasi yang membangun untuk saya.
7. Kepada dosen-dosen pembimbing TA bapak Ir Bibit Sugito, MT, bapak Agus Dwi Anggono PhD dan bapak Joko Sediono PhD, yang selama ini meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya Tugas Akhir ini semoga amal bapak menjadi amal jariyah.
8. Muhammad Fatchurrahman ST, Trias Novan C ST, Agung Wahyu Jatmiko ST, serta Keluarga besar mahasiswa Teknik Mesin UMS 2010 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Kalian semua sahabat dan saudaraku.

## abstraksi

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh rangka dengan beberapa elemen terhadap Velocity yang terjadi pada proses *buckling* dan mengetahui pengaruh rangka dengan elemen 3388 dengan mendapatkan velocity yang berbeda beda terhadap tegangan regangan.

Metode penelitian yang digunakan berupa pengujian buckling atau tekuk berupa simulasi dengan software berbasis metode elemen hingga. Bentuk benda yang di desain terdiri dari Thin Cylinder dengan dimensi (120x40x0.2) mm<sup>3</sup> bersifat Deformable atau Fleksible dan Punch dengan ketentuan bersifat Rigid.

Pada rangka atau thin cylinder variasi jumlah mesh / elemen 2945, 3260, 3388, 4455 dan 4936 dengan velocity 75 pada waktu 1 second. kemudian dengan variasi Velocity 70, 75, 80, 85 dan 90 dengan jumlah elemen / mesh 3388 dan waktu 1 second. Sebagai pertimbangan ketelitian spesifikasi bahan material dari bahan Alluminium dengan density material : 2770 kg/m<sup>3</sup>, Modulus Elastisitas (E) : 7.1E+10 dan Poisson Ratio ( $\nu$ ) : 0.33

Hasil yang diperoleh pada nilai tegangan tertinggi sebagai berikut : Jumlah Elemen 2945 =  $4.3663 \times 10^8$  Pa, Elemen 3260 =  $5.1174 \times 10^8$  Pa, Elemen 3388 =  $5.2875 \times 10^8$  Pa, Elemen 4455 =  $4.5531 \times 10^8$  Pa, Elemen 4936 =  $3.8710 \times 10^8$  Pa

Hasil Tegangan dan Regangan dengan beberapa Velocity sebagai berikut ; Velocity 70 =  $8.2777 \times 10^8$  Pa dan -0.5122, Velocity 75 =  $5.2875 \times 10^8$  Pa dan -0.4015, Velocity 80 =  $5.3169 \times 10^8$  Pa dan -0.5122, Velocity 85 =  $4.0110 \times 10^8$  Pa dan -0.3889, Velocity 90 =  $4.8473 \times 10^8$  Pa dan -0.5037

**Kata kunci : Buckling, Deformasi, Tegangan dan Regangan, Metode Elemen Hingga.**



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT akan berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan penulisan ini dapat terselesaikan.

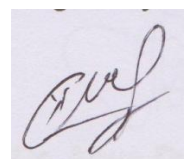
Tugas akhir berjudul " Analisis Buckling Terhadap Tabung Plat Tipis Menggunakan Metode Elemen Hingga" dapat terselesaikan atas dukunga dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT. PhD Sebagai dekan fakultas teknik universitas muhammadiyah surakarta.
2. Bapak Tri Widodo Besar Riyadi, ST. MSc. PhD Selaku ketua jurusan teknik mesin.
3. Bapak Ir. Bibit Sugito, MT Selaku pembimbing utama.
4. Bapak Agus Dwi Anggono, ST. MT. PhD Selaku pembimbing pendamping.
5. Semua pihak yang telah membantu, semoga Allah membalas kebaikanmu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna oleh karena itu kritik dan saran yang sifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Gus', written on a light-colored background.

penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi .....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Pengesahan.....	iv
Lembar Soal Tugas Akhir.....	v
Halaman Motto .....	vi
Halaman Persembahan .....	vii
Abstraksi .....	viii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi .....	xi
Daftar Gambar .....	xiv
Daftar Tabel .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Perumusan masalah .....	4
1.3. Pembatasan masalah .....	5
1.4. Tujuan penelitian .....	5
1.5. Manfaat penelitian .....	5
1.6. Sistematika penulisan .....	6

BAB II LANDASAN TEORI .....	7
2.1. Tinjauan pustaka .....	7
2.2. Landasan teori .....	10
2.2.1. Pengertian <i>Buckling</i> .....	10
2.2.2. Tumbukan (Impact) .....	17
2.2.3. Pendekatan Dengan Metode Elemen Hingga .....	19
2.2.4. Teori Tegangan Regangan .....	20
2.2.5. Metode Elemen Hingga .....	26
2.2.6. Studi Konvergensi Dengan Variasi Jumlah Elemen .....	33
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	 35
3.1. Gambaran Permasalahan .....	35
3.1.1 Permodelan Pengujian .....	35
3.2. Perbandingan Hasil Pemrograman Dengan Aktual .....	19
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN .....	 42
4.1. Visualisasi Proses <i>Buckling</i> Tekuk .....	42
4.2. Simulasi <i>Buckling</i> Pada Rangka Dengan Elemen / Mesh 2945, 3260,3388, 4455, dan 4936 .....	 43
4.2.1. Rangka Dengan Jumlah Elemen 2945 .....	45
4.2.2. Rangka Dengan Jumlah Elemen 3260 .....	45
4.2.3. Rangka Dengan Jumlah Elemen 3388 .....	47
4.2.4. Rangka Dengan Jumlah Elemen 4455 .....	48

4.2.5. Rangka Dengan Jumlah Elemen 4936 .....	49
4.3. Visualisasi Proses <i>Buckling</i> Pada rangka Elemen 3388 Dengan Velocity 70, 75, 80, 85 dan 90 m/s .....	50
4.3.1. Simulasi <i>buckling</i> (tekuk) pada rangka elemen 3388 dengan <i>velocity</i> 70 m/s .....	50
4.3.2. Simulasi <i>buckling</i> (tekuk) pada rangka elemen 3388 dengan <i>velocity</i> 75 m/s .....	52
4.3.3. Simulasi <i>buckling</i> (tekuk) pada rangka elemen 3388 dengan <i>velocity</i> 80 m/s .....	53
4.3.4. Simulasi <i>buckling</i> (tekuk) pada rangka elemen 3388 dengan <i>velocity</i> 85 m/s .....	55
4.3.5. Simulasi <i>buckling</i> (tekuk) pada rangka elemen 3388 dengan <i>velocity</i> 90 m/s .....	56
 BAB V Penutup .....	 57
5.1. Kesimpulan .....	57
5.2. Saran .....	58



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Buckling Karena Ketidakstabilan Strutur .....	14
Gambar 2.2.	Macam-Macam Tumpuan Beban Load Pada Buckling..	11
Gambar 2.3.	Buckling Method.....	11
Gambar 2.4.	Thin Cylinder Yang Mengalami Buckling.....	13
Gambar 2.5.	Awal Thin Cylinder.....	16
Gambar 2.6.	Thin Cylinder Mengalami Deformasi.....	16
Gambar 2.7.	Thin Cylinder Metode Elemen Hingga.....	18
Gambar 2.8.	Hubungan Tegangan dan Regangan.....	24
Gambar 3.1.	Assembly Bentuk Pengujian Ansys.....	36
Gambar 3.2.	Pressing Machine .....	37
Gambar 3.3.	Thin Cylinder Uji Aktual .....	38
Gambar 3.4.	Step Awal Proses Buckling Thin Cylinder .....	39
Gambar 3.5.	Step Proses Buckling Thin Cylinder.....	39
Gambar 3.5.	Step Akhir Proses Buckling Thin Cylinder .....	40
Gambar 4.1.	Visualisasi Proses Buckling Tekuk .....	42
Gambar 4.2.	Visualisasi distribusi tegangan elemen 2945 .....	45
Gambar 4.3.	Visualisasi distribusi tegangan elemen 3260 .....	46
Gambar 4.4.	Visualisasi distribusi tegangan elemen 3388 .....	47
Gambar 4.5.	Visualisasi distribusi tegangan elemen 2945 .....	48
Gambar 4.6.	Visualisasi distribusi tegangan elemen 2945 .....	49
Gambar 4.7.	Visualisasi distribusi tegangan <i>velocity</i> 70 m/s .....	51

Gambar 4.8. Visualisasi distribusi tegangan <i>velocity</i> 75 m/s .....	52
Gambar 4.9. Visualisasi distribusi tegangan <i>velocity</i> 80 m/s .....	53
Gambar 4.10. Visualisasi distribusi tegangan <i>velocity</i> 85 m/s.....	55
Gambar 4.11. Visualisasi distribusi tegangan <i>velocity</i> 90 m/s.....	57

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Hubungan antara tegangan dengan jumlah elemen .....	50
Grafik 4.2. Hubungan antara tegangan-regangan dengan <i>velocity</i> 70 m/s .....	51
Grafik 4.3. Hubungan antara tegangan-regangan dengan <i>velocity</i> 75 m/s .....	53
Grafik 4.4. Hubungan antara tegangan-regangan dengan <i>velocity</i> 80 m/s .....	54
Grafik 4.5. Hubungan antara tegangan-regangan dengan <i>velocity</i> 85 m/s .....	56
Grafik 4.6. Hubungan antara tegangan-regangan dengan <i>velocity</i> 90 m/s .....	57

